



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Всероссийской научной конференции
«Мониторинг состояния и загрязнения
окружающей среды.
Основные результаты и пути развития».

Москва, 20-22 марта 2017 г.

Москва

2017

СОГЛАСОВАННОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ПРИБРЕЖЬЕ СЕВАСТОПОЛЯ

И.М. Серикова¹⁾, В.П. Евстигнеев²⁾

¹⁾ ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,
РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, irasimwin@yandex.ru

²⁾ ФГАОУ «Севастопольский государственный институт»,
РФ, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, vald_e@rambler.ru

Небольшая толщина деятельного слоя делает экосистему Черного моря чрезвычайно чувствительной к климатическим изменениям и антропогенным воздействиям. Недавние исследования (Серикова и др., 2015) показали, что биолюминесценция может служить индикатором функционального состояния фитопланктонного сообщества в море, отражая динамику его сезонной изменчивости. В настоящей работе рассмотрены характерные типы вертикальной структуры поля биолюминесценции (ПБ), отражающие сезонные закономерности распределения в морской толще динофитовых водорослей и влияние на них температурных аномалий поверхности моря.

Материал и методика исследований. На стандартной станции (44°38'N; 33°27'E), расположенной в 2-х милях от берега напротив бухты Круглая (г. Севастополь) ежемесячно проводилась регистрация интенсивности ПБ с помощью зондирующего комплекса «Сальпа-М» (Токарев и др., 2009) с января 2009 года по декабрь 2014. В результате обработки сигналов датчиков были получены профили распределения интенсивности биолюминесценции по глубине через каждый метр в диапазоне глубин от 0 до 60 м. Работы выполнялись в ночное время суток, соответствующее максимальному уровню развития ПБ. Одновременно отбирались пробы фитопланктона 5-и литровым батометром с приповерхностного горизонта (приблизительно 0.2 м), а также с горизонта, соответствующего максимуму биолюминесценции. Для обработки использовали традиционную методику обратной фильтрации.

Для решения поставленной в настоящей работе задачи использовался иерархический метод кластерного анализа (метод Варда с евклидовой метрикой пространства признаков). В качестве входных данных использовались вертикальные профили интенсивности ПБ, нормированные на максимальную по всему профилю интенсивность. Кластеризация проводилась для всех месяцев исследуемого периода. Результатом процедуры иерархической кластеризации является диаграмма-дерево. Число пересечений любой горизонтальной линии, проведенной на диаграмме, совпадает с числом кластеров данного уровня, интерпретация диаграммы-дерева основывается на представлении о подобии данных внутри одного кластера и различии данных в разных кластерах. Центроиды выделенных кластеров получены путем осреднения профилей, вошедших в кластер, и использовались для выделения физически (гидрологическая структура вод) и гидробиологически (распределение фитопланктона) обусловленных типов вертикального распределения интенсивности ПБ в толще верхнего слоя моря.

Результаты. Поле биолюминесценции в разные периоды года формируется за счет массового развития различных представителей светящихся динофитовых водорослей (Брянцева и др., 2014). Так, весной в приповерхностном слое с началом его прогрева происходит развитие мелкоклеточных организмов - видов рода *Goniaulax*, а также виды *Scrippsiella trochoidea* и *Lingulodinium poliedrum*. Осенью слои повышенной светимости, регистрируемые в верхнем квазиоднородном слое (ВКС), могут быть обусловлены как интенсивным развитием мелкоклеточных форм (например, *L. Poliedrum*), так и обилием относительно более крупных клеток (например, *Neoceratium furca*).

Максимумы биолюминесценции, отражающие наиболее плотные скопления светящихся водорослей, приходятся на разный диапазон глубин, что обусловлено термохалинной структурой вод и, соответственно, сезонами года.

На основании результатов кластерного анализа были определены 4 сезонных типа вертикального распределения ПБ. «Зимний» тип характеризуется минимумом видового богатства как светящихся, так и не светящихся видов динофлагеллят, и наиболее равномерным распределением слоев повышенной светимости по глубине. «Весенний» тип характеризует период, когда в связи с началом прогрева вод в поверхностном слое интенсифицируется развитие мелкоклеточных видов светящихся. В результате сначала у поверхности и затем, по мере расширения ВКС, по всей его протяженности формируется высокая интенсивность ПБ. Летний период связан со стагнацией развития динофитовых водорослей и, соответственно ПБ, в ВКС. Однако в термоклине и нижележащих слоях ПБ существенно возрастает. «Размывание» сезонного термоклина в осенний сезон обуславливает приток биогенов в верхние слои и формируется четвертый тип вертикального распределения ПБ. Осенью средняя интенсивность биолюминесценции в ВКС чаще всего достигает максимальных величин в годовом цикле.

Совместный анализ повторяемости типов распределения ПБ и температуры воды в поверхностном слое показал, что формирование выраженных температурных аномалий может привести к нарушениям в видовой и пространственной структуре сообщества микроводорослей и существенно изменяют параметры и структуру поля биолюминесценции. В качестве примера можно рассмотреть 2010 и 2012 годы.

Аномально высокая среднемесячная температура морской поверхности, возникшая в августе 2010 г., привела к существенным нарушениям в структуре и интегральных характеристиках ПБ, которые снизились до минимальных величин за 6 лет исследований. 2012 год характеризовался минимальной среднемесячной температурой в зимние месяцы, что отрицательно сказалось на развитии динофлагеллят также и в последующие месяцы. В этот период произошло нарушение в формировании вертикальной структуры ПБ, снижение величин всех показателей, вплоть до июня, несмотря на то, что в весенние месяцы произошел достаточно быстрый прогрев верхней толщи моря.

Таким образом, на основании выделенных типов вертикального распределения ПБ и их согласованности с аномалиями температурного режима в верхнем слое моря, удалось качественно определить возможный механизм отклика биолюминесцентного поля Черного моря на наблюдаемые и ожидаемые в будущем климатические изменения в регионе.

Список литературы:

Брянцева Ю.В., Серикова И.М., Суслин В.В. 2014. Межгодовая изменчивость разнообразия динофлагеллят и поля биолюминесценции у берегов Севастополя. – Экосистемы, их оптимизация и охрана, Вып. 11, С.158-164.

Серикова И.М., Брянцева Ю.В., Токарев Ю.Н., Станичный С.В., Суслин В.В., Василенко В.И. 2015. Отклик фитопланктона в прибрежье Севастополя на климатические особенности 2009-2012 гг. – Гидробиологический журнал, т. 51, № 5, С. 40-51.

Токарев Ю.Н., Василенко В.И., Жук В.Ф. 2009. Новый гидробиофизический комплекс для экспрессной оценки состояния прибрежных экосистем. Современные методы и средства океанологических исследований: Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф., 25–27 нояб. 2009 г. Москва. – Ч. 3. – Изд-во РАН, 2009. – С. 23-27.